图书情报工作
第62卷 第21期 2018年11月

基于移动群智感知的图书馆座位资源监控技术研究

■ 宋云云
东南大学图书馆 南京 210096

摘要：［目的/意义］如何高效地实现图书馆座位资源的监控和管理是多年来各高校致力于解决的难题之一。现有的方法主要是通过部署相关软硬件系统来实现，此类方法成本高、维护困难、且用户体验欠佳。本研究提出一种低成本且易维护的图书馆座位资源监控和管理的新技术。［方法/过程］使用移动群智感知理念，借助室内定位和上下文感知技术，研究开发出一套低成本又好用的座位资源监控技术，并以微信小程序为载体，实现了一套演示系统。［结果/结论］研究结果表明：该技术成本低，易部署，能够高效地实现图书馆座位资源的监控和管理。

关键词：移动群智感知 图书馆座位资源管理 室内定位 微信小程序
分类号：G250.7
DOI：10.13266/j.issn.0252－3116.2018.21.006

1 引言

如何高效地实现图书馆座位资源的监控和管理是多年来各高校致力于解决的难题之一。随着现代高校图书馆规模与面积越来越大，座位资源使用不均的问题越来越明显，某些阅览室人满为患，某些阅览室却很空闲。对于学生来讲，他们往往需要花费相当多的精力去寻找一个有空座的阅览室，浪费宝贵的学习时间。对于图书管理者来说，许多座位长期空闲，极大地浪费了馆内资源。可行的解决方法是对馆内各个阅览室的座位使用情况进行实时监控，根据监控结果合理规划座位资源的使用，引导学生到指定的阅览室入座。

2 相关研究综述

高校图书馆座位监控和管理问题常年存在，学生占座、不按规定使用座位情况时有发生，各图书馆也一直在尝试找出解决问题的方法，目前已有的解决思路是精确地管理每一个座位，也就是为每个学生安排指定座位。现有的座位监控方法包括如下两大类：①硬件识别方式，如通过红外[1]、RFID[2]等硬件设备精确识别某个座位上是否有人，以此为学生安排座位；②软件约定方式[3]，通过软件为学生分配座位号，学生根据软件分配的位置和时间使用座位。这两大类方法虽然在功能上能够实现位置资源的管理，但在某些方面存在较大缺陷。硬件识别方式部署和维护成本极高，而且也需要后台软件系统的支撑。软件约定方式需要对使用者进行操作培训，并且往往依赖于使用者的自觉性，约束性较弱，不少用户不通过软件而是直接入座，会加大管理难度。

具体来讲，较低成本的是使用软件技术来实现座位的管理，如清华大学[3]、厦门大学[4]、深圳大学[5]等，使用前学生必须通过软件申请使用座位，根据座位号入座，离开座位要操作退出，或到时自动退出。这种方案的缺陷在于不能识别学生是否按要求使用座位，比如学生提前离开座位，而系统座位不能释放，导致座位浪费。为了解决这一问题，一些学校图书馆利用校园卡刷卡来判断学生进入和离开，如清华大学[3]和哈尔滨理工大学[6]，但漏刷的情况经常发生。为了精确判断座位是否被占用，另一种方案是在图书馆内部署额外的硬件识别设备，东南大学的科研人员利用红外接近检测[1]技术判断座位是否空闲，安徽师范大学利用红外和RFID相结合[7]的方法精确识别谁坐在哪个座位上。但这种方案的部署成本和维护成本极高，很难大规模使用。现有技术的另一个缺陷是部署和实施所需软件系统后，需要组织对学生和馆员进行软硬件操作培训，而且所有学生都需要按照规定来使用图书馆的座位资源，不然将导致冲突。实践表明，即使有座位系统的约束，学生占用他人座位或者不按规定座位入

作者简介：宋云云（ORCID：0000－0001－9564－4762），助理馆员，硕士，E-mail：cloud917@seu.edu.cn。
收稿日期：2018－04－25 修回日期：2018－07－04 本文起止页码：46－52 本文责任编辑：易飞

座的情况也时有出现,往往需要图书馆员来调解,加大了图书馆员的工作负担,也容易造成管理混乱。

移动群智感知[8]是近年移动计算领域出现的新兴概念。核心思路就是利用大量普通用户群体智慧(collective intelligence),通过他们的无意识参与,来完成原本需要专业人士付出艰巨代价才能完成的感知和计算任务。群智感知与众包在实现方式和理念层面上都比较相似,众包是来自于美国的一个描述一种新的生产组织形式的术语,需求者通过网络分配工作、发布问题或者解决问题,在计算机领域中,该理念有着更多的应用,在最近非常流行的人工智能、大数据、物联网等领域都有大量的研究工作,被广泛应用于如环境监测[9]、交通监控[10]、安全管理[11]等领域。群智感知的核心思路就是利用大量用户的无意识的参与,来完成本来需要较大代价才能完成的任务,而完成这一任务的主要工具就是目前人人都拥有的具有较强感知、计算和通信能力的智能手机。本文的工作将移动群智感知技术用于图书馆座位资源实时入座率信息的采集,充分发挥了移动群智感知的作用,极大了降低了硬件成本和人力成本。据调查,目前还未见使用该技术进行图书馆座位管理的相关研究发表。

移动群智感知可仅仅通过阅览室内部分已有用户携带的智能手机来推断阅览室的入座率情况。在此之前,需要明确用户正处于哪个阅览室,这就需要定位用户所在的位置(阅览室),本文研究使用基于 Wi-Fi 信号指纹的室内定位技术来确定用户处于哪个阅览室。该技术最早最经典的方案是 P. Bahl 等基于 RADAR[12]算法实现的,最早提出利用 Wi-Fi 信号作为位置指纹实现定位的思路。在此之后,有相当多的改进算法,如 Horus[13],ActiveCampus、PlaceLab[14]、OIL 等。这些方案的定位目标是用户的具体坐标位置,并以厘米或米来评价定位精度,比如 Horus 改进了 RADAR 算法中基于 K-近邻的确定性匹配策略,在室内能够达到10 米以内的精度。相比于本文的需求是有所不同的,本文只需要定位用户处于哪个阅览室即可,评价精度也只有定位正确和错误两种,为此本文根据这个特殊需求重新设计改进了基于 Wi-Fi 指纹的定位算法,更加适用于该定位场景。

3 座位资源监控技术设计

不依赖于额外部署的专业硬件设备,想要精确判断每个阅览室的入座率在技术上是非常困难的,本文的思路是充分利用阅览室内现有学生的智能手机的感知和计算能力来识别阅览室的入座情况。具体来讲,通过移动群智感知技术,系统可以从阅览室内部分学生的手机获得感知数据,如周围 Wi-Fi 和蓝牙设备的 ID 和信号强度;利用基于 Wi-Fi 指纹的室内定位技术,系统可以识别学生所处的阅览室位置;再通过本文提出的基于蓝牙上下文的入座率推理算法,系统就可以推理出该阅览室的入座率情况,并以此为新进入的学生安排座位。本节接下来将先介绍总体技术架构,再对每个技术模块的设计和实现进行介绍。

3.1 技术架构

本文提出的座位资源监控技术自底向上来看包括 3 个层次(见图 1):①最底层是移动群智感知层,该层的作用是从阅览室内部分参与群智感知的学生用户的手机端获取感知数据,具体包括周围 Wi-Fi、蓝牙热点的 ID 和信号强度;②其上是识别层,该层的作用是利用感知数据确定学生用户具体在哪个阅览室,再通过推理算法识别出该阅览室的入座情况;③最上层是应用层,该层的任务是依据所有阅览室的入座情况,为新进入的学生动态安排座位,以此实现座位资源的动态管理。

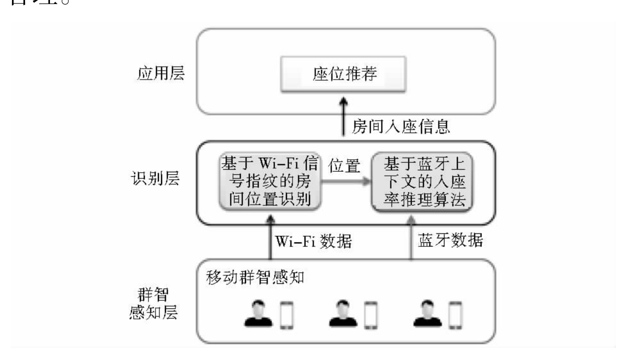


图 1 座位资源监控技术架构

3.2 移动群智感知技术

在本文的应用场景下,相比传统方法需要大量专业设备才能识别阅览室的入座率,基于移动群智感知的方法具有很大的优越性。原本由专业设备提供的感知数据,现在通过群智感知就能获取,具体做法见图 2。

物理层使用的感知设备为参与群智感知的学生的智能手机或平板电脑,这些设备上运行着一个群智感知的客户端,其最终的形式是作为一个小软件模块集成在座位资源监控系统中的(集成在演示系统的微信小程序中),该程序于后台自动运行,采集数据通过图书馆的免费网络传输到云服务器端,提供给识别层的位置识别和入座率推理算法使用。

整个群智感知过程中,学生无需手动操作手机上

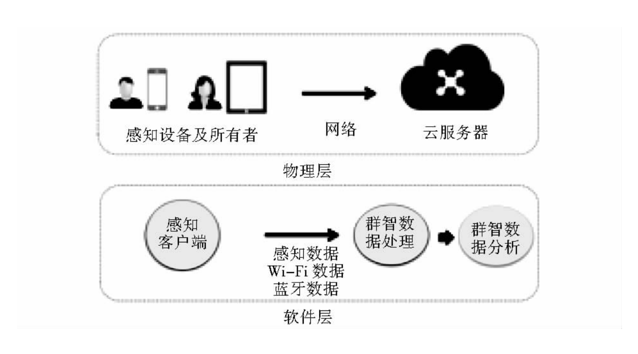


图 2 移动群智感知技术

传感知数据，而是其在阅览室自习时，自然而然地实现了感知和上传数据，用户体验很好。

3.3 基于 Wi-Fi 信号指纹的位置识别技术

基于 Wi-Fi 信号指纹的定位技术是当前应用得较为广泛的一种室内定位技术，该技术只需要用户的智能手机感知周边的多个 Wi-Fi 热点的 ID 号和对应的信号强度(RSS)，通过信号指纹匹配算法就能大致确定用户的位置，一般情况下能够达到五米以内的精度。该技术无需额外的定位设备支持，成本较低，易于部署。本文的应用场景下，系统只需要定位到用户处于图书馆哪个阅览室即可。

系统的部署过程如图 3 所示，分为训练阶段和运行阶段两个部分。训练阶段的任务是通过现场勘测，预先获得每个图书馆阅览室的 Wi-Fi 信号指纹，再将其存储在云端的数据库中，该数据库被称为阅览室指纹数据库。第二部分是运行阶段，该阶段是实现用户的实时定位，定位过程通过用户智能手机采集周围的 Wi-Fi 信号指纹，提供给定位算法，定位算法从指纹数据库中通过专门设计指纹匹配算法找到最接近的信号指纹，其所对应的位置就是用户当前所处的阅览室。

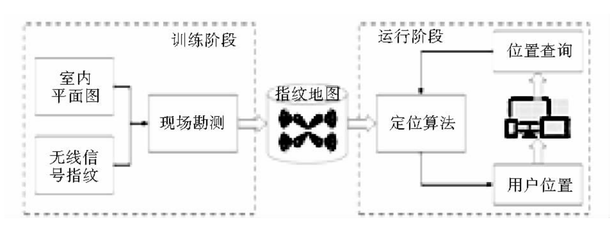


图 3 信号指纹的定位方法流程

对于核心的指纹匹配算法，本文采用了 K 最近邻法(通常选取 K > -1)，首先计算实时采集的 RSS 与指纹数据库中各个指纹的平均 RSS 距离，然后找出距离最近的一个或多个指纹，最后平均或加权平均这些指纹的位置并估计目标的位置。计算距离公式如下：

$$d=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(\overline{RSS_i^j}-RSS^j)^2} \qquad 式(1)$$

其中 n 为可采集的 Wi-Fi 热点个数，目标位置计算如下：

$$(x,y)=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(xi,yi) \qquad 式(2)$$

其中(xi,yi)为最接近的 k 个信号指纹对应的位置坐标，定位结果(x,y)就是这 k 个位置的中心位置。

与传统的 k 近邻算法有所区别的是，本文对定位精度的需求为阅览室层面，而不是坐标，因此完全按照传统 K 近邻算法实现的效果一般，并且实时采集的指纹信号列表不一定包含距离最近的指纹信号，即使二者距离非常近，却没有共同的热点。因此，本文对该定位算法进行了定制改进，具体做法是分析 k 个最近的指纹所对应的阅览室，以出现的最多的阅览室为最终定位结果，本方案基于如下假设实现：用户智能手机扫描得到的 Wi-Fi 热点的信号强度，根据阅览室不同，强度差异较大。此假设是符合真实的 Wi-Fi 信号特性的，实验结果也验证了本方案的定位效果较好。

3.4 基于蓝牙上下文的入座率推理算法

通过移动群智感知和基于 Wi-Fi 指纹的室内定位，系统当前已经能够获得特定阅览室内的感知参与者提供的群智感知数据，本算法使用蓝牙感知数据来推理该阅览室的入座率。感知参与者手机上携带的蓝牙设备可以扫描周边环境中其他蓝牙设备的 ID 和信号强度，从而帮助计算其周围的手机蓝牙处于打开状态的用户人数。这里需要强调的是，并不需要该阅览室的所有用户参与感知，仅仅需要极少量用户的参与群智感知即可。

目前的智能手机基本都是使用蓝牙 4.0 通信协议，其标准传输距离可达 100 米，但在室内这种复杂环境下会被大大削弱，蓝牙信号很少能够穿透墙体。这种性质使得我们可以通过蓝牙来计算一个阅览室内的用户数目，而不用担心其他阅览室的用户被错误地计算进来。该算法的计算过程如下：①将该阅览室的感知参与者扫描到的周边蓝牙设备根据 ID 号汇总，去除重复的 ID，去重时保留较高的信号强度数据；②将信号强度低于一定数值(-90dbm)的蓝牙设备去除，因为信号强度较低的设备很可能处于其他阅览室。此时获得的 ID 数量即为该阅览室蓝牙设备开启的用户数。

由于该算法的目标是获取该阅览室的用户总数并以此计算入座率，仅仅知道蓝牙设备开启的用户数量是不够的，还需要估算出总的人数，本文的方案是设计

宋云云.基于移动群智感知的图书馆座位资源监控技术研究[J].图书情报工作,2018,62(21):46-52.

一个用户数量预测公式(见式(3)),以蓝牙用户数为输入,估算出该阅览室的实际用户数量:

$$M = N \times \frac{1}{\varphi} \quad \text{式(3)}$$

其中 φ 为估算的蓝牙开启率,M 为总用户数,N 为开启蓝牙用户数。最简单的做法是将 φ 的值设定为一个常数,如 80% 或 70%,但这种方案具有主观性,不一定能够反映实际情况,本文的方案是结合历史数据和当前实时数据来确定 φ 的值,如式(4)所示:

$$\varphi = \varphi' \times \alpha + \frac{\sum N_i}{M_{all}} \times (1 - \alpha) \quad \text{式(4)}$$

其中 φ′是历史(一周内)φ 的平均值,α 为历史数据权重系数,范围为 0 到 1,$\sum N_i$ 为所有阅览室中开启蓝牙的用户总和,M_{all} 为图书馆学生用户总和,该数据可以通过图书馆刷卡系统获得。这样入座率 $\rho = \frac{M_i}{S_i}$,其中 S_i 为已知的该阅览室的座位数。关于 α 值的确定,系统默认值为 0.5,也就是历史数据和实时数据占相同的权重。但当图书馆用户数 M_{all} 少于阅览室容量的 20% 时,由于人员非常稀疏,实时开启率数据较不精确,此时 α 值设定为 1。

3.5 座位推荐与管理

传统的座位管理方法是为用户安排固定座位,前面已经提到,这种方法除了操作过程复杂外,还带来很多负面问题,如占座、不按规定座位入座等。本文的思路是为用户推荐阅览室,而不是座位,用户可以根据自己的需求选择阅览室入座。由于系统已经可以获取每个阅览室的实时用户数量,自然也了解每个阅览室的座位空闲情况。当用户进入图书馆时,系统会在界面上推荐 3-5 个可以入座的阅览室,每个阅览室具体的空闲情况也同时显示,用户自行选择需要进入的阅览室,随着每个阅览室人员的进进出出,阅览室空闲情况也会实时更新,无需用户进行复杂的选座、退座操作。

3.6 小结

系统的技术路线总结如下:通过移动群智感知技术,系统从参与感知用户的手机获得感知数据;利用基于 Wi-Fi 指纹的室内定位技术,系统可以定位参与感知的用户所处的阅览室;再通过本文提出的基于蓝牙上下文的入座率推理算法,推理出该阅览室的入座率情况;最后根据每个阅览室的实时入座情况为入馆学生选择阅览室入座,以此达到座位推荐与管理的目的。在用户层面,整个过程中学生或管理员无需任何软硬件操作,极大降低了使用复杂度;在系统层面,系统的部署与运行无需专门的硬件设备部署和人员维护,极大地降低了成本。

4 系统实现

基于第 3 节提出的算法,本文以微信小程序为载体,实现了一个图书馆座位资源监控演示系统。该系统的环境配置如下:

(1)编程语言:前端页面使用 Html5 + JS,Web 服务器使用 Java Serlvet,核心算法用 Java 语言实现;

(2)运行环境:服务器操作系统使用 Windows 2003, Web 服务器使用 Tomcat 5;用户端为微信小程序运行环境。

(3)数据库:Mysql 5.6。

4.1 座位资源管理相关接口定义

群智感知数据获取、用户位置识别、阅览室内人数估算、入座推荐等都被实现为独立的接口,这些接口以 Web 服务的方式进行开放,供应用逻辑调用,由于篇幅问题,此处将主要接口定义列出:

(1)群智感知数据获取接口:

功能:获得参与群智感知用户感知数据。

定义:List < CcData > crowdsing(string roomId, int n)

输入:阅览室,时间(秒)。

输出:该阅览室前 n 秒内的用户群智感知数据。

(2)用户位置识别接口:

功能:定位该用户所处的阅览室位置。

定义:LocationgetLocation (WiFiListsample, intk)

输入:当前用户周围 Wi-Fi 信号强度数据样本,k 值;

输出:用户当前所处位置。

(3)阅览室人数计算接口:

功能:通过群智感知数据计算阅览室人数。

定义:intinferUserNum (List < CcData > list, φ)

输入:该阅览室的群智感知数据,φ 值;

输出:该阅览室的人数。

(4)座位推荐接口:

功能:根据所有阅览室入座率情况为用户推荐座位。

定义:List < Room > recRooms (List < Room > m, int n)

输入:所有阅览室的入座情况,推荐阅览室数目;

输出:推荐用户入座的阅览室列表,数量为 n 个。

4.2　基于蓝牙的入座率推理实现

基于 3.4 节的设计，该算法首先通过群智感知获得阅览室内开启手机蓝牙的用户数，再根据当前系统的 φ 值计算该阅览室的用户数。具体伪代码如下：

```
Algorithm 2 入座率推理
var cuser        //群智感知用户数据
var bluetoothlist //房间内所有蓝牙设备
var n   // 开启蓝牙用户数
var m   // 总用户数
var room    // 房间信息
inferUserNum (room, φ) //方法名
cuser = getCSusers ( room );
do {
    user = cuser.getNextUser();
    var list = user.getbluetoothlist();
    bluetoothlist = addbluetooth (bluetoothlist, list);
    buetoothlist.removeDuplicated(); }
Loop Until (cuser.getNextUser() is NULL) ;
n = buetoothlist.size();
m= n/φ;
return m
```

4.3　基于 Wi-Fi 指纹定位实现

改进的基于 Wi-Fi 指纹定位算法基于 3.3 节设计的距离计算公式计算出最接近的 k 个指纹，分析这 k 个指纹属性，选取出现得最多的阅览室为定位输出结果，该过程的算法伪代码如下：

```
Algorithm 1 指纹定位
var sample   // Wi-Fi 指纹样本
var k           // k 值
var fp        // 指纹变量
var dMap   // 距离 Map
var kMap   // k 个最近距离 Map
var room     // 定位房间结果
getLocation (sample, k) //方法名
do {
    d = distance ( sample ,fp);
    dMap.add (d, fp);
    fp = list.getNextFP(); }
Loop Until (fp is NULL) ;
kMap = findKnearest( dMap, k );
rooms = getRooms ( kMap );
do {
    room = rooms.getNextRoom();
    if (room appears most) then
        break;
    end if }
Loop Until (room is NULL) ;
return room
```

4.4　入座阅览室推荐实现

基于 3.5 节的设计，系统根据当前所有阅览室的入座率情况随机为用户推荐 3 – 5 个为候选阅览室，不同用户可能推荐的阅览室不同，阅览室空闲程度越高，推荐优先级越高，算法的目标是使得每个阅览室的负载均衡。具体算法伪代码如下：

```
Algorithm 2 房间推荐
var rooms        //所有房间信息
var freerooms   //推荐房间
var l   // 推荐房间数目
var room    // 房间信息
recRooms ( rooms, l ) //方法名
rooms = getAllrooms ();
do {
    room = rooms.getNextRoom();
    seats = room.getFreeseats();
    if (seats.size == 0) then
        continue;
    end if
    freerooms.addroom ( seats, room, l);
    }
Loop Until (room is NULL) ;
return freerooms
```

4.5　微信小程序实现

系统用户终端是利用微信小程序实现的，微信小程序具有开发简单、功能强大等特点。通过微信小程序可以实现群智感知的数据获取，如本文对蓝牙信号的获取和 Wi-Fi 信号的获取。微信小程序的展示界面可以通过 Html5 开发，另外微信本身提供的用户验证功能免去了复杂的用户资料管理过程。本系统的大部分工作是在微信小程序后台及 Web 服务器端完成的，整个过程无需复杂的用户操作。用户只需要打开小程序，小程序就会在界面上推荐 3 – 5 个当前图书馆内可以入座的阅览室，并且会实时显示用户当前所处的阅览室，无需其他手动操作。用户的实时状态和阅览室的实时状态都会被更新。如果用户愿意参与群智感知并提供感知数据，只需要将对应的选项打钩即可。对于参与群智感知的用户系统将为其提供积分奖励，最后积分可以用来兑换相应的奖品。对应的小程序界面如图 4 所示：



图 4　系统测试版运行界面

宋云云. 基于移动群智感知的图书馆座位资源监控技术研究[J]. 图书情报工作,2018,62(21):46－52.

5 系统实验

为了验证系统的有效性,笔者在东南大学九龙湖图书馆进行了测试,实验设置如下:①选取图书馆一楼4个自习室为实验场景,阅览室号分别是A201、A208、B201和B206,阅览室座位数及位置见图5;②人工采集这4个自习室的Wi-Fi位置指纹,并建立指纹数据库;③将自习室信息录入系统,包括阅览室号码、相应阅览室座位数等。

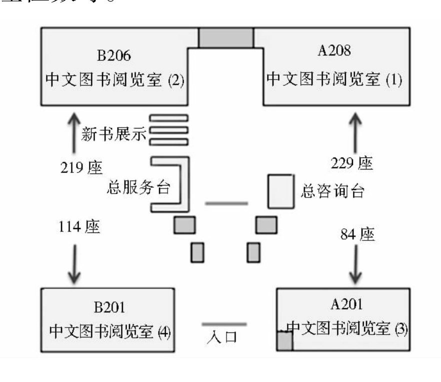


图5 图书馆一楼平面图

实验开始时,在每个自习室随机挑选几位学生参与群智感知过程(只需打开微信小程序即可)。整个实验持续时间为7小时,从早晨9:00到下午4:00,学生进入自习室前都可以在入口屏幕上看到系统界面,界面按照空闲度排序显示可选阅览室,学生自行选择进入。实验过程中,每隔1小时人工统计自习室真实人数,并记录参与感知学生的位置和账户信息。同时,系统对感知用户的定位记录和每个自习室的实时人数记录都被记录在服务器端。实验完成后,作者对人工记录的真实数据和系统记录进行了对比分析,得到如下实验结果:

(1)学生位置定位实验结果。图6展示了用户在这4个阅览室的定位准确情况,比如在A208阅览室一共进行了60次定位,其中正确58次,错误2次,错误都是将用户定位在了相邻的B206阅览室。总体定位阅览室正确率为98%。

(2)阅览室人数计算实验结果。图7展示了整个实验过程中,每个阅览室的人数计算与真实值的差异占总数的比例,分别显示了平均值、最低值和最高值。以A208为例,平均误差率为6%,最大误差为14%,最小误差为3%。实验中所有阅览室总体平均误差为6.8%。实验表明,在参与感知用户数量增多的情况下,误差会逐渐降低。图8展示了B206阅览室在各个时段的真实人数和系统估算人数的对比情况,从中可以

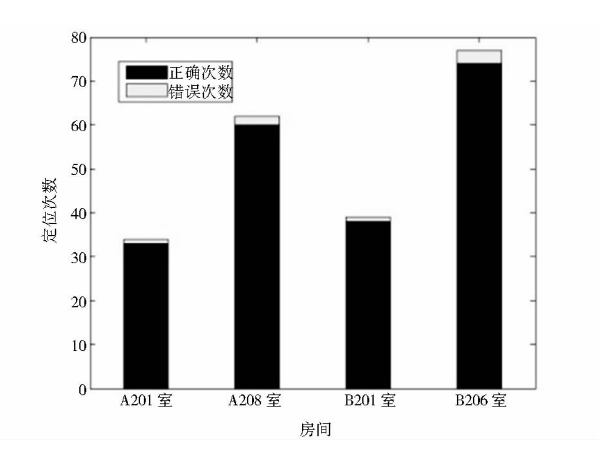


图6 定位准确率

看出,估算人数与真实人数非常接近。在阅览室人数较少和较多的情况下,误差率没有太大差异。人数估算误差主要由两个因素导致,其一是估算出的蓝牙开启率φ值的偏差,由于其依赖于实时数据动态确定,随时间有所变化,导致人数估算误差也随时间变化。实验中α值为0.5,φ值由历史数据和实时数据按1:1的比例确定,本次实验实际φ的计算值在0.3上下浮动,浮动范围0.1以内;导致误差的另一个因素是参与群智感知用户的分布不均匀,对周边所有开启蓝牙的用户的感知存在一定的偏差。

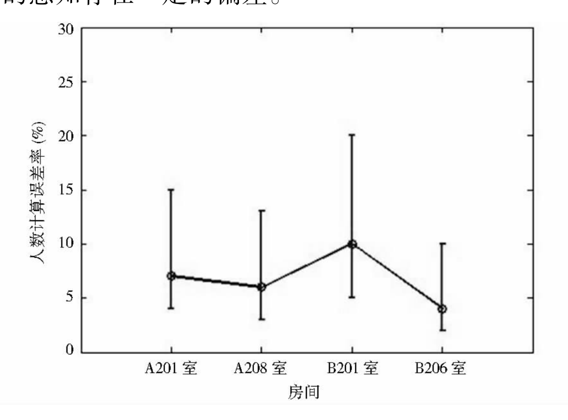


图7 人数估算误差率

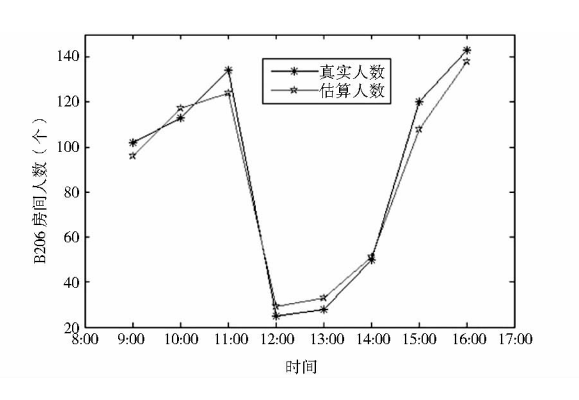


图8 B206各时段人数计算结果

（3）座位推荐实验结果。这是一项对比实验，将使用座位推荐的这 4 个阅览室和图书馆二楼未使用座位推荐的自习室的阅览室人员入座情况进行对比。如图 9 所示，实验结果表明，使用座位推荐的 4 个阅览室相比未使用座位推荐的 4 个阅览室在人员分布上更为均衡。

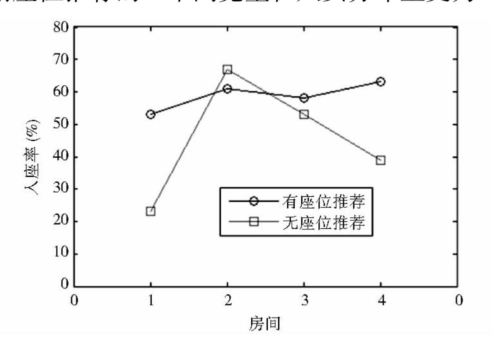


图 9　座位推荐实验结果

6　结语

本文提出了一套基于移动群智感知理念的座位资源监控技术，其基本思想是通过群智感知技术获得阅览室内的感知数据，基于蓝牙上下文的入座率推理算法，以此识别阅览室人数和座位使用情况。此方案无需额外部署和维护任何馆内硬件设备，成本极低；软件自动于后台运行，无需用户操作，对用户要求低。该新技术充分利用了硬件识别的优势，并规避了高硬件成本的缺陷，结合软件技术，在高效地实现图书馆座位资源的监控和管理这一问题上取得了较大进展。本文在微信小程序上实现了座位资源监控技术的应用演示系统，并通过实地测试验证了该技术的有效性。后期，笔者将改进人数计算算法，增加计算精确性，另外还将进行更大规模的测试，提高系统可用性和可靠性。

参考文献：

[1] 刘大杰，刘金鹏，孙小菡. 基于单片机和红外接近开关的图书馆座位管理系统[J]. 电子工程师，2006，32(5)：73－75.

[2] 白云超. RFID 自助借还书系统应用中的问题与对策探究——以天津图书馆为例[J]. 图书馆工作与研究，2015(9)：39－40.

[3] 陈武，钱青，赵熊，等. 清华大学智能座位管理系统的设计与实现[J]. 现代图书情报技术，2013，29(10)：90－95.

[4] 谢明诠，林奕纯，曾晟. 高校图书馆借助科技手段培养读者行为习惯的探索[J]. 图书馆建设，2014(7)：36－39.

[5] 曾文雯. 高校图书馆座位管理系统使用情况调查[J]. 大学图书馆学报，2013，31(6)：45－49.

[6] 程坤，王丽丽. 图书馆座位资源管理系统研究与应用：以哈尔滨理工大学图书馆为例[J]. 上海高校图书情报工作研究，2012，22(3)：44－48.

[7] 秦剑飞，王安，沈谢，等. 基于 RFID 图书馆座位管理系统[J]. 科技信息，2014(3)：27－28.

[8] 刘云浩. 群智感知计算[J]. 中国计算机学会通讯，2012，8(10)：38－41.

[9] 吴文乐，郭斌，於志文. 基于群智感知的城市噪声检测与时空规律分析[J]. 计算机辅助设计与图形学学报，2014，26(4)：638－643.

[10] HEIPKE C. Crowdsourcing geospatial data[J]. Isprs journal of photogrammetry & remote sensing，2010，65(6)：550－557.

[11] SHAH S，BAO F，LU C T，et al. CROWDSAFE：crowd sourcing of crime incidents and safe routing on mobile devices[C]//ACM sigspatial international conference on advances in geographic information systems. New York：ACM，2011：521－524.

[12] BAHL P，PADMANABHAN V N. RADAR：An in-building RF-based user location and tracking system[C]//IEEE international conference on computer communications. New York：IEEE，2000：775－784.

[13] YOUSSEF M，AGRAWALA A. The horus WLAN location determination system[C]//Proceedings of the international conference on mobile systems. Berlin：Springer，2008：357－374.

[14] LAMARCA A，CHAWATHE Y，CONSOLVO S，et al. Place lab：device positioning using radio beacons in the wild[C]//International conference on pervasive computing. Berlin：Springer，2005：116－133.

Research on Monitoring Technologies of Library Seating Resources Using Mobile Crowdsourcing

Song Yunyun
Southeast University Library，Nanjing 210096

Abstract：[**Purpose/significance**] This paper studied how to efficiently use the seat resources of libraries，and proposed low cost and easy to maintain technologies for seat resource management. The existing approaches are mainly based on deploying related hardware and software systems. Such methods are expensive，difficult to maintain，and with poor user experience. [**Method/process**] With the help of mobile crowdsourcing，the paper used technologies such as indoor location and context aware，and proposed a seat resources management technique framework. The system was realized using wechat application and evaluated under real situations. [**Result/conclusion**] The result showed that the technology has low cost and easy to deploy，and great progress has been made for the problem of efficiently using the seat resources of libraries.

Keywords： mobile crowdsourcing　seat resources management in libraries　indoor localization　wechat applicaiton